



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

(19) **SU** (11) **1772775 A 1**

(51) **G 01 V 3/08**

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4786064/25
(22) 29.01.90
(46) 30.10.92. Бюл. № 40
(71) Нижегородский научно-исследовательский радиофизический институт
(72) Е. М. Стрелков и Г. М. Шалашов
(56) Патент США № 2814017, кл. 324-1, 1957.
Патент США № 3599085, кл. 324-3, 1971.
(54) СПОСОБ КАРОТАЖА
(57) Использование: в области геофизики, более конкретно в геоэлектроразведке с использованием электрокинетического эффекта для диагностики геологических сред и для контроля техногенных процессов при добыче полезных ископаемых. Сущность изобретения: перемещают вдоль ствола скважины, расположенной в пористой влагонасыщенной среде, точечный импульсный источник акустической волны, фиксируя текущую координату импульсного источника,

2

тем самым изменяют электромагнитные параметры среды на основе электрокинетического эффекта; в процессе перемещения источника акустической волны измеряют с помощью расположенного вне скважины на заданном от нее расстоянии приемника магнитного поля напряженность магнитного поля; фиксируют при максимальном значении модуля, учитывая местоположение импульсного источника акустической волны, местоположение границы твердой и жидкой фаз; в качестве характеристики разреза используют изменение электрокинетической чувствительности на границе раздела твердой и жидкой фаз; обеспечивается возможность достоверной диагностики удаленных от скважины областей благодаря проведению измерений без контакта с породой в зоне, расположенной вне прискважинной области, свободной от нарушений. 2 ил.

Изобретение относится к разведочной и промысловой геофизике, а именно, к каротажу, основанному на электрокинетическом эффекте, и может быть использовано для диагностики геологических сред и контроля технологических процессов при добыче полезных ископаемых.

Известны способы каротажа, основанные на электрокинетическом эффекте, заключающемся в том, что под действием акустического давления в результате сноса ионов диффузной части двойного электрического слоя, имеющегося на границе раздела твердой и жидкой фаз, возникает разность потенциалов, создающая объемный ток в направлении, обратном поверхностному току. Например, известен способ, по которому в пористой влагонасыщенной среде возбуждают сферическую акустическую

волну электромеханическим излучателем, размещенным на спускаемом в скважину зонде. На этом же зонде размещен электрод для измерения электрокинетического потенциала. По разности фаз между акустическим и электрическим сигналами, являющейся следствием инерционности флюида в пористой среде, определяют проницаемость, характеризующую породу вблизи зонда.

Прототипом принят способ каротажа, также основанный на электрокинетическом эффекте. По этому способу возбуждают в пористой влагонасыщенной среде акустическую волну электромеханическим излучателем, размещенным на зонде. На этом же зонде на различном удалении от излучателя вдоль оси скважины размещены несколько электродов. По разности электрокинетиче-

(19) **SU** (11) **1772775 A 1**

ских потенциалов на электродах определяют степень ослабления акустической волны вследствие затухания и затем определяют относительную проницаемость породы.

Использование в качестве регистрируемого параметра потенциала электрического поля позволяет проводить лишь локальные измерения вблизи электрода датчика. При измерениях должен быть обеспечен непосредственный контакт датчика со средой в зоне электрокинетического преобразования, т. е. датчики должны находиться в скважине. При этом на величину потенциала определяющее влияние оказывает ближайшая к приемнику прискважинная зона, по характеристикам существенно отличающаяся от ненарушенного массива.

Целью изобретения является повышение достоверности каротажа удаленных от скважины областей исследуемой среды.

Поставленная цель достигается тем, что при перемещении импульсного источника акустической волны вдоль ствола скважины измеряют с помощью расположенного вне скважины на заданном от нее расстоянии приемника магнитного поля величину напряженности магнитного поля \vec{H} , фиксируют местоположение импульсного источника акустической волны по максимальному значению модуля $|\vec{H}|$, по которому судят о местоположении границы твердой и жидкой фаз, а в качестве характеристики геологического разреза используют изменение электрокинетической чувствительности $\Delta\vec{G}$ на границе раздела твердой и жидкой фаз, которую определяют по формуле

$$\Delta\vec{G} = K [|\vec{H}_{\max}| \cdot \vec{I}_0],$$

где \vec{I}_0 — единичный радиус-вектор от оси скважины до точки приема магнитного поля;

$|\vec{H}_{\max}|$ — величина напряженности магнитного поля, соответствующая максимальному значению модуля $|\vec{H}|$;

K — коэффициент пропорциональности, определяемый конструкцией источника и приемника.

судят о направлении увеличения электрокинетической чувствительности по направлению вектора $\Delta\vec{G}$.

Использование в качестве регистрируемого параметра напряженности магнитного поля позволяет получить информацию о всей области электрокинетического преобразования, а не только об области, окружающей приемник. В этом случае вклад от нарушенной прискважинной зоны не является определяющим, что повышает досто-

верность при каротаже удаленных от скважины областей.

На фиг. 1 представлена схема устройства для реализации способа каротажа; на фиг. 2 — характерная форма импульса магнитного поля.

Устройство содержит компрессор 1, шланг 2, точечный импульсный источник 3 акустической волны, а также приемник магнитного поля, включающий антенны 4, 5, кабель 6, двухканальный усилитель 7, регистратор 8, а также счетчик 9.

Изобретение осуществляется следующим образом.

Перемещают вдоль ствола скважины, расположенной в пористой влагонасыщенной среде, точечный импульсный источник 3 акустической волны, фиксируя его текущую координату с помощью счетчика 9. При этом возбуждают в пористой влагонасыщенной среде акустическую волну в импульсном режиме с помощью компрессора 1, подключенного через шланг 2 к точечному импульсному источнику 3, изменяя тем самым электромагнитные параметры среды благодаря электрокинетическому эффекту. При перемещении импульсного источника 3 вдоль ствола скважины измеряют с помощью расположенного вне скважины на заданном от нее расстоянии приемника магнитного поля величину напряженности магнитного поля \vec{H} . Для этого принимают с помощью антенн 4, 5, соответственно, две взаимные составляющие H_x , H_y магнитного поля и, после усиления усилителем 7, измеряют их с помощью регистратора 8. Фиксируют с помощью счетчика 9 местоположение импульсного источника 3 акустической волны, соответствующее максимальному значению модуля $|\vec{H}|$, по которому судят о местоположении границы твердой и жидкой фаз. В качестве характеристики геологического разреза используют изменение электрокинетической чувствительности $\Delta\vec{G}$ на границе раздела твердой и жидкой фаз, которую определяют по формуле

$$\Delta\vec{G} = K [|\vec{H}_{\max}| \cdot \vec{I}_0],$$

где \vec{I}_0 — единичный вектор от оси скважины до точки приема магнитного поля;

$|\vec{H}_{\max}|$ — величина напряженности магнитного поля, соответствующая максимальному значению модуля $|\vec{H}|$;

K — коэффициент пропорциональности, определяемый конструкцией источника и приемника.

По направлению вектора $\Delta \vec{G}$ судят о направлении увеличения электрокинетической чувствительности. При известном значении электрокинетической чувствительности G породы в определенной области, например, на поверхности Земли, по изменению ΔG можно получить геологический разрез по электрокинетической чувствительности.

Формула изобретения

Способ каротажа, при котором перемещают вдоль ствола скважины, расположенной в пористой влагонасыщенной среде, точечный импульсный источник акустической волны, фиксируя текущую координату импульсного источника, тем самым измеряют электромагнитные параметры среды благодаря электрокинетическому эффекту, измеряют электромагнитную характеристику в заданной точке, по которой судят о характеристиках геологического разреза, отличающийся тем, что, с целью повышения достоверности каротажа удаленных от скважины областей исследуемой среды, при перемещении импульсного источника акустической волны вдоль ствола скважины измеряют с помощью располо-

женного вне скважины на заданном от нее расстоянии приемника магнитного поля величину напряженности магнитного поля H , фиксируют местоположение импульсного источника акустической волны по максимальному значению модуля $|H|$, по которому судят о местоположении границы твердой и жидкой фаз, а в качестве характеристики геологического разреза используют изменение электрокинетической чувствительности ΔG на границе раздела твердой и жидкой фаз, которую определяют по формуле

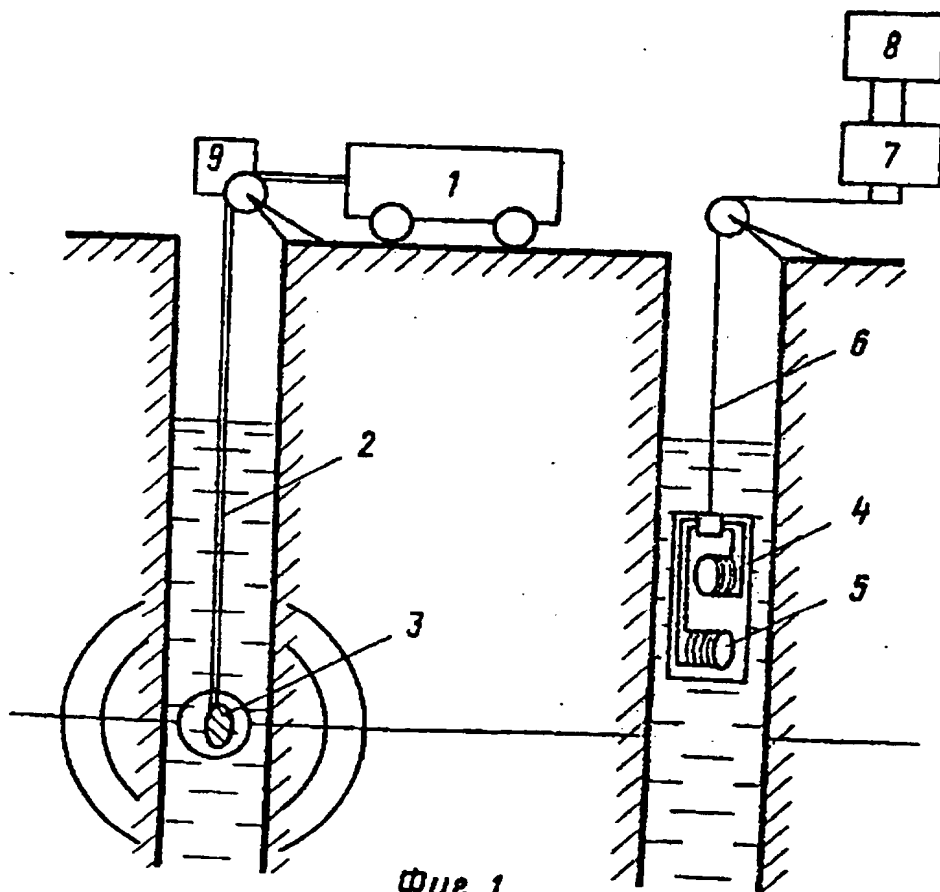
$$\Delta G = K (H_{\max} \cdot \vec{T}_0),$$

где \vec{T}_0 — единичный радиус-вектор от оси скважины до точки приема магнитного поля;

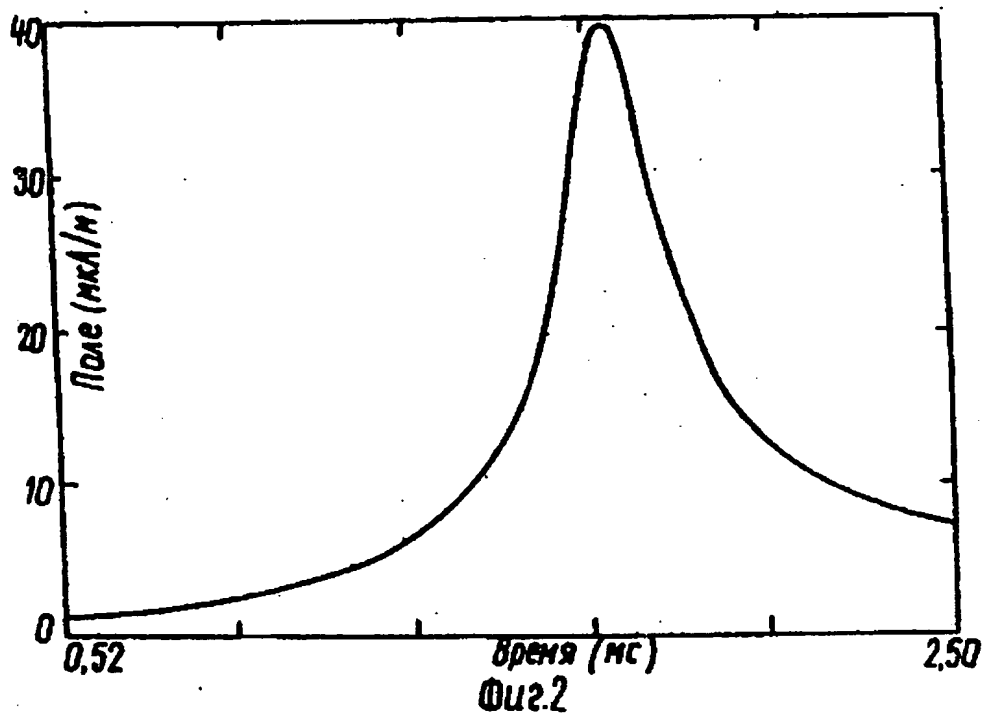
H_{\max} — величина напряженности магнитного поля, соответствующая максимальному значению модуля $|H|$;

K — коэффициент пропорциональности, определяемый конструкцией источника и приемника.

судят о направлении увеличения электрокинетической чувствительности по направлению вектора $\Delta \vec{G}$.



1772775



Редактор Составитель Т.Кашина
Техред М.Моргентал Корректор О.Кравцова

Заказ 3845 Тираж Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101

TRANSLATION FROM RUSSIAN

UNION OF SOVIET
SOCIALIST
REPUBLICS

(19) SU(11) 1772775 A1
(51) G 01 V 3/08

STATE COMMITTEE
FOR INVENTIONS AND DISCOVERIES
STATE SCIENTIFIC AND TECHNICAL
COMMITTEE, USSR

DESCRIPTION OF INVENTION

ACCOMPANYING AUTHORS TESTIMONY

(21) 4786064/25
(22) 29.01.90 (date of application)
(46) 30.10.92 (Bulletin No.40) (date of publication)
(71) (Nizhny Novgorod Radiophysics Scientific Research
Institute (commissioning body)

(72) E. M. Stryelkov and G. M. Shalashov (inventors)

(56) US Patent No. 2814017 cl. 324-1, 1957

US Patent No. 3599085 cl. 324-3, 1971

(54) **METHOD OF LOGGING**

(57) (Abstract) Application; in the field of geophysics, more particularly geoelectric prospecting using the electrokinetic effect for diagnosing geological environments (rocks) and controlling technogenic processes in the extraction of minerals.

Logging methods based on the electrokinetic effect are known in which the action of acoustic pressure as a result of the removal ions of the diffusion part of the dual electric layer present at the dividing boundary of the solid and liquid phases causes a volumetric current in a direction opposite to the surface current. For

example, a method is known which a spherical acoustic wave is excited in porous moisture-saturated rocks by an electromechanical emitter disposed on a probe lowered into the drilling. also disposed on the probe is an electrode for measuring electrokinetic potential. The permeability characteristic of the rocks adjacent the probe is determined from the phase difference between the acoustic and the electric signals which is a consequence of the inertness of the fluid in the porous environment.

The prototype taken was a logging method also based on the electrokinetic effect. In this method an electromechanical emitter disposed on a probe excites an acoustic wave in the porous moisture-saturated environment. A number of electrodes are disposed on the same probe at different distances from the emitter along the axis of the drilling. The difference in electrokinetic potentials at the electrodes is used to determine the degree of weakening of the acoustic waves as the result of attenuation, whereafter the relevant permeability of the rock is determined.

The use of the potential of the electric field as a recorded parameter enables only local measurements carried out close to the electrode of the transmitter. In the measurements direct contact must be ensured between the transmitter and the rocks in the zone of electrokinetic transformation - i.e. the transmitters must be situated in the drill hole. At the same time, the zone adjacent the drill hole which is closest to the receiver and whose characteristics substantially differ from the undisturbed massif exerts a decisive influence on the value of the potential.

It is an object of the invention to improve logging reliability in zones of the rocks investigated which are remote from the drill hole.

This aim is achieved by the features that an acoustic wave point pulse source is displaced along the wall of a drilling made in a porous, moisture-saturated environment, the actual co-ordinate of the pulse source being fixed, so that the electromagnetic parameters of the environment are changed as a result of the electrokinetic effect, whereafter the electromagnetic characteristic is measured at a given point, and the characteristics of the geological log are assessed accordingly, characterised in that in order to enhance logging reliability for areas of the environment studied which are remote from the drilling, during the displacement of the acoustic wave pulse source along the wall of the drilling measurements are made of the voltage value of the magnetic field H , using a magnetic field receiver disposed outside the drilling and at a given distance therefrom, the location of the acoustic wave pulse source being fixed in accordance with the maximum value of the modulus $|H|$, by which the location of the boundary between the solid and liquid phases is assessed, and the characteristic for the geological log is the change in electrokinetic sensitivity ΔG at the boundary separating the solid and liquid phases, which is determined in accordance with the formula

$$\Delta G = K [\vec{H}_{max} \cdot \vec{i}_0].$$

where \vec{i}_0 - denotes the single radius vector from the axis of the drilling to the point of reception of the magnetic field;

\vec{H}_{max} - denotes the voltage value of the magnetic field, corresponding to the maximum value of the modulus $|H|$;

K is a co-efficient of proportionality determined by the construction of the source and the receiver,

The direction of increase in electrokinetics sensitivity is assessed from the direction of the vector $\Delta \vec{G}$

The fact that the voltage of the magnetic field is used as a recorder parameter enables information to be obtained concerning the whole area of electrokinetic transformation, and not only the area surrounding the receiver. In this case the contribution from the disturbed zone adjacent the drill hole is not decisive, and this enhances the reliability of logging areas remote from the drill hole.

Fig.1 is a diagram showing the equipment for the performance of the logging method, while Fig. 2 shows the characteristic shape of a pulse of the magnetic field.

The equipment comprises a compressor 1, a hose 2, an acoustic wave point pulse source 3 and a magnetic field receiver comprising antennae 4, 5, cable 6, a two-channel amplifier 7, a recorder 8 and a computer 9.

The invention is put into effect as follows.

An acoustic wave point pulse source 3 is moved along the wall of a drilling made in a porous moisture-saturated environment (rocks), its actual coordinate being fixed by a computer 9. A pulsed acoustic wave is excited in the porous moisture-saturated rocks by means of a compressor 1 connected via a hose 2 to the point pulse source 3 thereby changing the electromagnetic parameters of the rocks as a result of the electrokinetic effect. During the displacement of the pulse source 3 along the wall of the drilling a measurement is made of the voltage value of the magnetic field H , using a receiver disposed outside the drill hole and at a given distance therefrom. To this end antennae 4, 5 respectively receive two azimuthal components H_x , H_y of the magnetic field which, after amplification by amplifier 7

are measured using the recorder 8. The computer 9 is used to fix the location of the acoustic wave pulse source 3 in accordance with the maximum value of the modulus $\vec{I} \vec{H} \vec{I}$ via which an assessment is made of the location of the boundary between the solid and liquid phases. The characteristic of geological logging used is the change in electrokinetic sensitivity $\Delta \vec{G}$ at the boundary separating the solid and liquid phases, which is determined according to the formula

$$\Delta \vec{G} = K [\vec{H}_{maxc} \cdot \vec{i}_0].$$

where \vec{i}_0 - denotes the single radius vector from the axis of the drilling to the point of reception of the magnetic field;

H_{maxc} - denotes the voltage value of the magnetic field, corresponding to the maximum value of the modulus $\vec{I} \vec{H} \vec{I}$;

K is a co-efficient of proportionality determined by the construction of the source and the receiver.

The correction of increase in electrokinetic sensitivity is assessed from the direction of the vector $\Delta \vec{G}$. A known value of the electrokinetic sensitivity G of the rocks in a given area, for example, on the surface of the earth, a geological log can be obtained by electrokinetic sensitivity via the change in $\Delta \vec{G}$

WORDING ON FIG. 2 ordinate = time in milliseconds;
abscissa = field (mca(?)/m)

STATEMENT OF INVENTION (CLAIM)

A method of logging, wherein an acoustic wave point pulse source is displaced along the wall of a drilling made in a porous, moisture-saturated environment, the actual co-ordinate of the pulse source being fixed, so that the electromagnetic parameters of the environment are changed as a result of the electrokinetic effect, whereafter the electromagnetic characteristic is measured at a given point, and the characteristics of the geological log are assessed accordingly, characterised in that in order to enhance logging reliability for areas of the environment studied which are remote from the drilling, during the displacement of the acoustic wave pulse source along the wall of the drilling measurements are made of the voltage value of the magnetic field \vec{H} , using a magnetic field receiver disposed outside the drilling and at a given distance therefrom, the location of the acoustic wave pulse source being fixed in accordance with the maximum value of the modulus $\vec{I} \vec{H} \vec{I}$, by which the location of the boundary between the solid and liquid phases is assessed, and the characteristic for the geological log is the change in electrokinetic sensitivity ΔG at the boundary separating the solid and liquid phases, which is determined in accordance with the formula

$$\Delta G = K [\vec{H}_{\text{maxc}} \cdot \vec{i}_0].$$

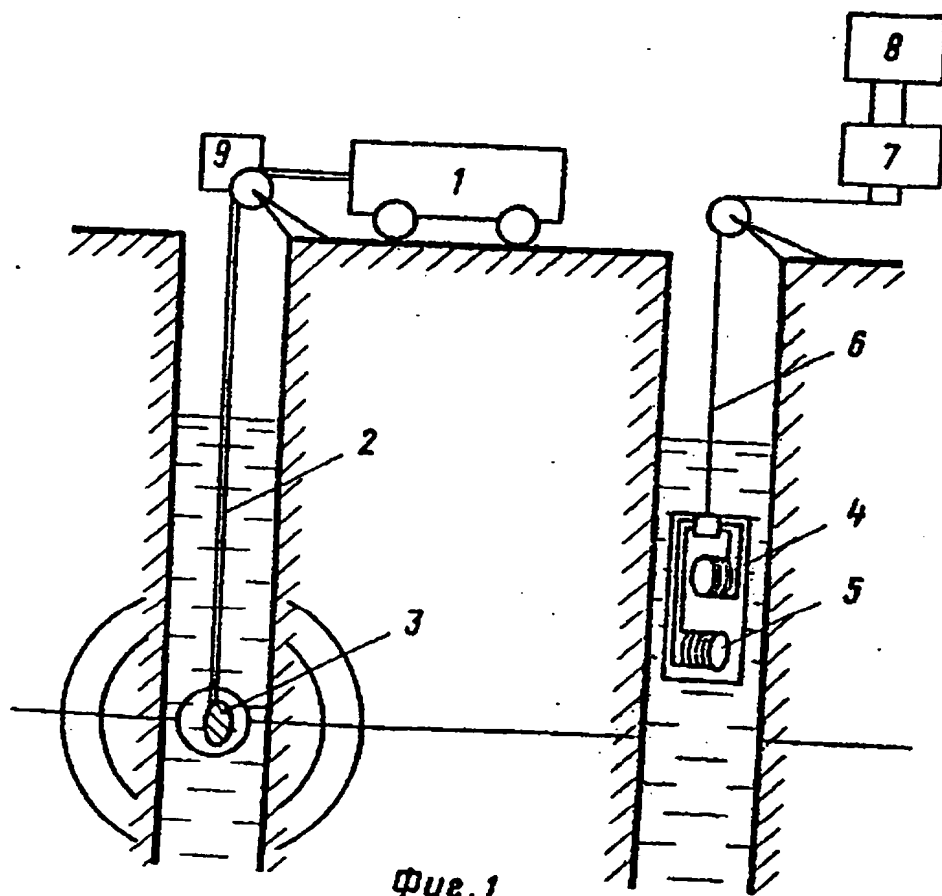
where \vec{i}_0 - denotes the single radius vector from the axis of the drilling to the point of reception of the magnetic field;

\vec{H}_{maxc} - denotes the voltage value of the magnetic field, corresponding to the maximum value of the modulus $\vec{I} \vec{H} \vec{I}$;

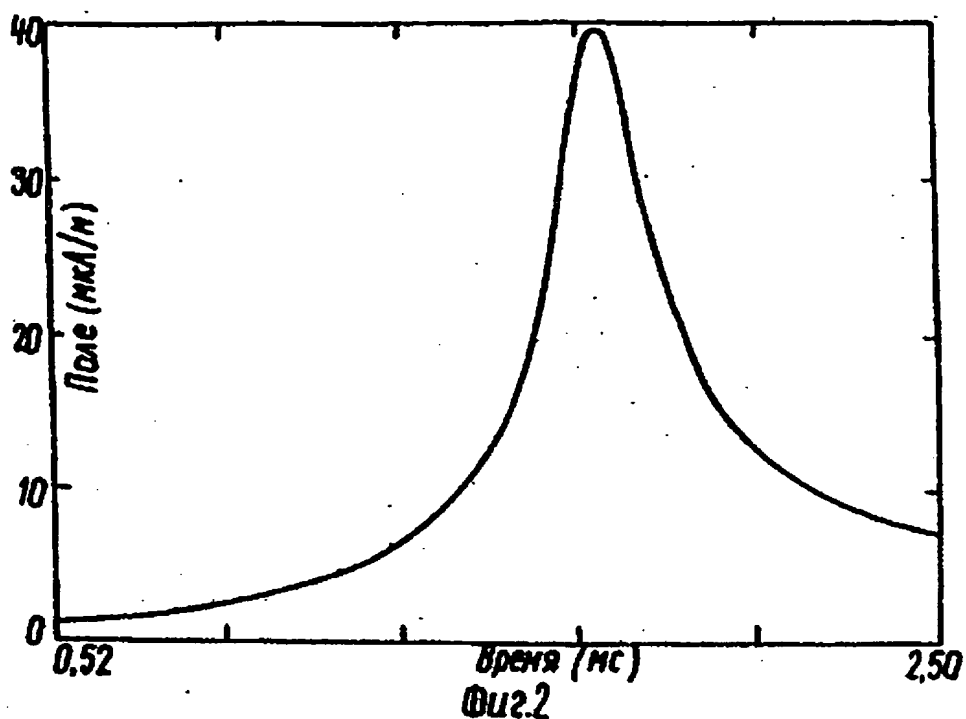
K is a co-efficient of proportionality determined

by the construction of the source and the receiver,

The direction of increase in electrokinetics sensitivity is assessed from the direction of the vector $\Delta \vec{G}$



1772775



Редактор

Составитель Т.Кашина
Техред М.Моргентаг

Корректор О.Кравцова

Заказ 3845

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101